

## 幼児の走動作の主観的評価への項目応答理論の適用

### Application of Item Response Theory To Subjective Assessment of Run Performance in Children

青柳 領<sup>1)</sup>

Osamu AOYAGI<sup>1</sup>

#### Abstract

The purpose of this study is to construct a subjective assessment test of running form in children using Item Response Theory. 129 kindergartners were timed in the 25-meter run and 17 different parts of the body were checked for movement on a three-point scale of "yes", "unknown" and "no". The results of the main factors confirmed a one-dimensional structure, therefore the Item Response Theory was applied and to determine the difficulty parameter and capacity value. From the tests mentioned above, the following results were obtained.

- 1) Results yielded separately from samples randomly split into two groups showed a high rate of correlation. results of item groups yielded from the two randomly split groups showed a high rate of correlation and the capacity value was that of items that were nonexistent.
- 2) A significant difference was found in the the average of different age groups and it can be thought that is a measure of ability in proportion to age.
- 3) Judging from the information scheme, the assessment method for all 17 items peaked at the lower ability level, and was better suited to determine individual differences at the lower ability level.

Furthermore, a simple method for measuring the capacity value of lower and middle levels were proposed, which needed no complex mathematical formula but showed lower accuracy. However, a high ability level test could not be constructed because the difficulty level for the items were too low. The test based on the results of this study requires no special equipment, but rather, uses a group as its specimen, therefore in terms of practicality, it can be said that this test is useful.

**Key words** : Child, Run performance, Item Response Theory, Graded Response Theory

## 緒言

幼児期の運動動作は成人と同様に効率的なフォームで行うことはできない。このようなぎこちない動作で走る時の速度（時間）や不格好なフォームで投げたボールの距離を測定しても、その測定値が運動能力を測定しているかははなはだ疑問である。このような状況下では、まず成人と同じ、効率的で合目的なフォームで運動を成就することが重要である<sup>14,15)</sup>。このような観点から、従来より、その運動の発達を記述する場合、より未熟なフォ

ームからより成熟したフォームへの推移をもとに行う研究が数多く行われてきた<sup>3,17-20,22,30)</sup>。

しかしながら、発達の記述という観点からではなく、測定という観点からは、いくつかの典型的なパターンのいずれにも該当しない中間型が見いだされたり、短い年齢段階の標本を対象にするとほとんどが同一のパターンに分類されてしまい、細やかな個人差を弁別できないという不都合が生じる場合がある。<sup>1)注1)</sup>

そこで、青柳<sup>1)</sup>は25m走のフォームに関して、全身的、かつ総合的な典型的パターンの基準を細分化し、個々の動作および身体各部ごとの成就の可否からなる項目群を

1) 福岡大学スポーツ科学部 *Department of Health and Sport Science, Fukuoka University*

作成し、それらの尺度化を行い、個人差を積極的に見いだす試みを行った。しかしながら、成就率（通過率）などと同様に、総合的な評価点を求めるウエイトは対象となった標本に依存し、個人差が大である異質集団ではウエイトが大となり、個人差が小さい同質集団ではウエイトは小となった。つまり、いかなる標本を対象に実施されたかにより項目のウエイトは変わる可能性がある。この点に関しては、成就率（通過率）に関しても同様で、高能力群からでは項目の難易度も高くなり、低能力群からでは難易度は低くなる<sup>7,25)</sup>。

また、項目の難易度と個人の能力得点とを直接比較することはできない。したがって、個人の能力水準から判断して、特定の項目の成就の可否を予測することは不可能である。

よって、本研究では、標本に依存しないで項目の難易度（困難度）を推定でき、同じ尺度上で能力推定値と項目の難易度を比較することが可能<sup>2)</sup>な項目応答理論を用いて、幼児の走動作のフォームを評価するテストを作成する。特に、項目応答理論では、評価が「できる」「どちらともいえない」「できない」といった順位尺度であることを考慮して、段階応答モデル<sup>24,25)</sup>を用いた。本研究の成果に基づくテストは、特定の測定機器を必要とせず、集団を対象により簡便に実施することが可能で、実用性という観点からは有用性は高いと考えることができる。

## 研究方法

### 標本および測定項目<sup>注2)</sup>

福岡市内のS幼稚園の園児129名（4歳児69名、5歳児60名）を対象に25m走の測定を実施した。その際の様子を、前方から側方にかけてVTRに撮影し、後日再生し、17項目の主観評価項目について「できている」「どちらともいえない」「できていない」という3段階の評価を行った。主観評価項目は宮丸<sup>17-20)</sup>、Gallahue<sup>3)</sup>、Wickstrom<sup>30)</sup>が典型的なパターンを記述する内容を参考に、個々の身体各部の動作の成就に細分化したものをを用いた。具体的な評価項目は、省略する場合の項目名と客観性係数とともに表1に示した。客観性係数は、40名の被評定者の動作に関する2名の評定者の評価の相関係数である。相関係数は評価が順序尺度を考慮して、グッドマンクラスカルの順序関連性指数<sup>6)</sup>から求めた。

### 統計解析

項目応答理論は課題の成就率Pと潜在的な能力との間に特定の関数を仮定し、その能力を推定しようとする統計学的モデルである。ここでは、「一定の能力水準以上の課題には全て成就不可能で、一定の水準以下の課題

表1 評価項目

no.	項目名	運動局面	(省略した表現)	客観性係数
1	十分な腕の振りがあるか	全体	(十分な腕のスウィング)	0.873
2	腕の振りスピードがあるか	全体	(腕のスウィングのスピード)	0.767
3	腕を回転させたり、引っかくような振りをしない	全体	(腕のひっかけ動作がない)	0.866
4	脚の動作がスムーズであるか	全体	(脚の動作がスムーズ)	0.848
5	脚のストライドが長い	支持期	(長いストライド)	0.813
6	大腿が水平線の高さまで引き上げられているか	滞空期後期	(大腿の水平線までの引き上げ)	0.769
7	踏切動作の時、足首や脚の伸展があるか	支持期後期	(踏切動作での膝などの伸展)	0.395
8	キックの瞬間に脚の前傾が深い	支持期後期	(キックの瞬間の脚の前傾)	0.616
9	膝の屈曲と踵の引きつけがあり、踵が臀部に引きつけられているか	滞空期前期	(踵の臀部への引きつけ)	0.816
10	十分な足の蹴りがあるか	支持期後期	(十分な足の蹴り)	0.684
11	足の接地時間が短い	支持期	(足の接地時間が短い)	0.483
12	踵から接地しているか	支持期前期	(踵からの接地)	0.813
13	全体的に動作がリズムカルか	全体	(動作がリズムカル)	0.645
14	重心の上下動が少ない	全体	(重心の上下動が少ない)	0.722
15	スタート時ある程度の歩幅があるか	スタート時	(スタート時のある程度の歩幅)	0.979
16	走行中に上体が前傾しているか	全体	(走行中の前傾姿勢)	0.816
17	直線的に走って、蛇行していないか	全体	(蛇行しない)	0.935

注)以後、表および本文中では省略した表現を用いる。

には全て成就可能である」という断定的な結果を仮定するのではなく、「能力水準以上の課題の中には成就可能な場合もあり、逆に、水準以下の課題にも成就不可な場合もあり得るが、それらが起こる確率は少ない」という確率論的な判断をする<sup>26)</sup>。この度合いは、潜在的な能力と成就率との間に単調増加的な項目特性関数(曲線)により決定される。この項目特性曲線は、歴史的に様々な関数が想定された<sup>4)</sup>が、現在では以下に示すロジスティク曲線が主に用いられている。

$$P_i(\theta_j) = [1 + \exp\{-1.7a_i(\theta_j - b_i)\}]^{-1}$$

ただし、 $i(i = 1, 2, \dots, n)$ ;  $j(j = 1, 2, \dots, m)$ ;  $n =$  項目数;  $m =$  標本数 である。

式中の $b$ は成就率が50%に相当する能力尺度上の値として求められ、その関数の位置に関するパラメタであるので困難度と呼ばれる。能力尺度は標準正規分布の横軸と同様の意味合い(zスコア)を持っている。また、図1に示すように $a$ はその地点での曲線の傾きに関するパラメタで、この傾きが大であればあるほど、その前後での成就率の変化が大となり個人差を弁別しやすくなるので識別力と呼ばれる。能力特性値は困難度と同じ尺度上の点として表現され、直接項目の難易度と個人の能力特性値を比較することが可能になる。また、能力特性値は、このパラメタの生起する確率、つまり尤度 $L$ が最大になる値を持って求める(最尤法)。生起する確率は、個々の課題の成就がお互いに無関係に行われる(局所独立性の仮定)ならば以下のように求められる。

$$L = \prod_i P_i(\theta_j)^{u_{ij}} Q_i(\theta_j)^{(1-u_{ij})}$$

ただし、 $Q_i(\theta_j) = 1 - P_i(\theta_j)$ で、「できる」場合は $u_{ij} = 1$ 、「できない」場合は $u_{ij} = 0$  である。

ただし、今回は「できる」「できない」だけではなく、

「どちらともいえない」という中間的な評価を含み、それらはいずれも順序尺度である。したがって、図2に示すように、まず「どちらともいえない」までに該当する特性曲線Aと、「できる」までに該当する特性曲線Bを求める。そして、図3に示すように、この差を実際の「どちらともいえない」に相当する特性曲線として用いる。この場合、この特性曲線は単調増加関数ではなく、左右対称の単峰性の曲線となる。順序尺度から得られる中間評価のカテゴリー特性曲線をこのように定義する項目応答理論を段階応答モデル<sup>24,25)</sup>という。

また、標本数とパラメタ数に関しては、困難度と識別力の2つのパラメタからなる特性曲線では通常200名以上でないと安定した値が得られず、これ以下の場合には困難度パラメタのみからなる特性曲線(Rasch Model<sup>注3)</sup>)が望ましいといわれている<sup>2,23)</sup>。したがって、本来、このモデルでは、項目ごとに異なる識別力を仮定するが、今回は標本数が少なく、推定されるパラメタが不安定になることを避けるために、識別力を全項目で一定に固定し、困難度のみからなる1パラメタの特性曲線を用いることにする。

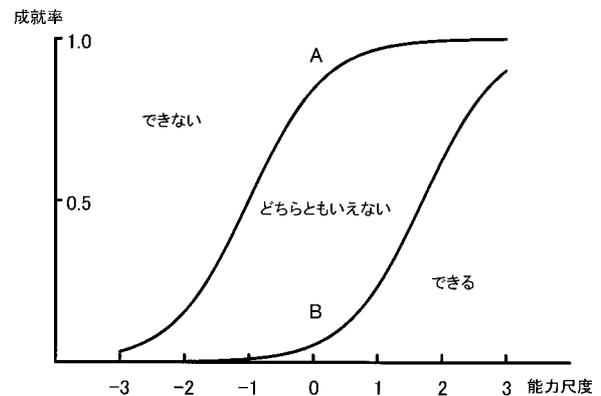


図2 カテゴリー特性曲線

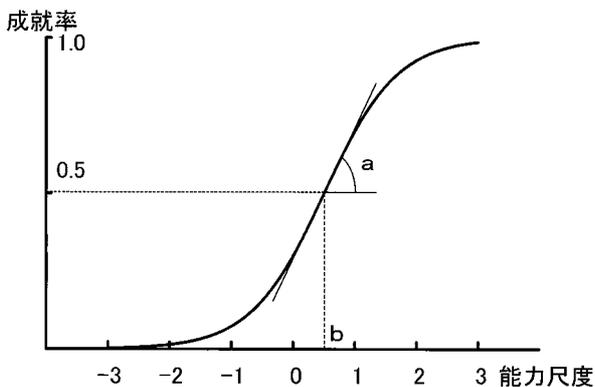


図1 項目特性曲線

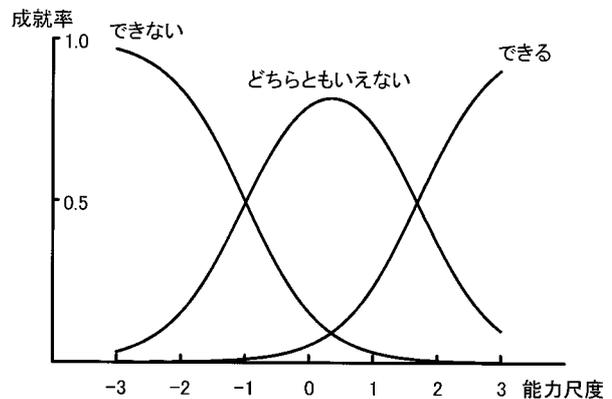


図3 段階応答モデル項目特性曲線

先に述べた最尤法は、項目パラメタと能力特性値に関して解析的には解くことはできないので、能力特性値を既知とした上で項目パラメタを計算し、次に項目パラメタが既知として能力特性値を推定することを繰り返す「同時最尤法<sup>7,26)</sup>」により計算した。非線形最適化に関してはニュートン法<sup>4,10)</sup>を用いた。本研究の計算にはF-BASIC(富士通)による筆者自身のプログラムを用いた。

## 結果及び考察

### (1) 項目応答理論の適用可能性

項目応答理論で測定している能力特性値は1つの構成概念でなければならない。複数の要因により決定される場合は先ほどの局所独立性の仮定が成立しないからである。そのためにはデータの構造は1次元でなければならない。1次元性を確認するために、まず、順序尺度を考慮して、グッドマン・クラスカルの順序関連性指数<sup>6)</sup>から求められた相関行列に主因子解を適用して因子負荷行列を求めた。図4はこの時の各因子の固有値を大なる次元(因子)から降順に示めたものである。求められた第1因子の固有値は8.72と第2因子以降と比較して著しく大であり、同時に、第1因子の因子負荷量は全て0.3以上であった。よって、これらの項目は同質性が高く、1次元性が認められと考えることができる<sup>25)</sup>。

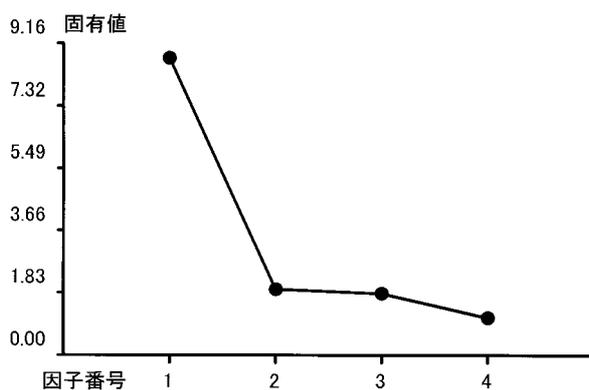


図4 因子による固有値の変化

続いて、項目パラメタと能力特性値の不変性について確認する。まず、標本をランダムに2分割して求められた困難度パラメタ間の相関係数を求めた。結果、相関係数は0.831( $t_0=5.78 > t[0.001, df=15]=4.07$ )とかなり高く、標本に依存しない困難度であると考えられる。また、能力推定値に関しては、項目群をランダムに2

分割して別々に求められた能力特性値間の相関係数を求めた。結果は0.766( $t_0=13.43 > t[0.001, df=127]=3.37$ )であり、項目パラメタ同様かなり高い一致がみられた。つまり、このデータから求められる項目パラメタや能力特性値は標本や項目に依存しないものであると考えることができる。

### (2) 困難度

同時最尤法を用いて求められたカテゴリ別困難度は表2に示した。求められた困難度を「どちらともいえない」の値からみると、「脚の動作がスムーズ(-1.964)」「腕のひっかけ動作がない(-1.890)」「踵からの接地(-1.708)」「十分な腕のスウィング(-1.578)」「動作がリズムカル(-1.562)」「踏切動作での膝などの伸展(-1.200)」などの動作は、この年齢段階の標本には既に多くの者が成就可能な容易な項目であり、反対に、「大腿の水平線までの引き上げ(0.326)」「長いストライド(-0.213)」「足の接地時間が短い(-0.283)」「十分な足の蹴り(-0.289)」などは比較的困難な動作であった。

金ほか<sup>8)</sup>および松浦ほか<sup>16)</sup>は走運動の発達段階を5段階に分類している。その中で、「大腿の水平線までの引き上げ」「長いストライド」は最も成熟したパターン5として記述され、「踵の臀部への引きつけ」はパターン4の動作様式として説明されている。逆に、未成熟なパターン2には「踏切動作での膝の伸展」がない点や最も未成熟なパターン1には「十分な腕のスウィング」がない点や「脚の動作のスムーズ」ではなく制限されている点が含まれており、その点では本研究で得られた困難度の順位付けと一致がみられる。同様に、中村<sup>22)</sup>も「腕の動作」「接地のしかた」「離地時のキック脚の動作」「非支持期前半の空中脚の動作」「非支持期後半の空中脚の動作」の5動作についての15カテゴリからなる疾走動作の発達段階を設定している。ここでも「大腿の水平線までの引き上げ」は最も上位の動作得点が与えられている。また、「十分な足の蹴り」には3点から5点までの高い得点が与えられている。逆に、「腕のひっかけ動作(Hock Motion)」がない場合には2点と得点は低く、この点では本研究の困難度と同様の評価をしていると考えられる。

また、図5は困難度パラメタの分布を示したものである。困難度は負の値が多く、対象となった年齢段階の標本には概ね成就が容易であった。

図6は「できた」「できない」の困難度パラメタの差、つまりレンジを示したものである。このレンジが大であることは「どちらともいえない」に対して多くの者がこの選択肢に反応し、この選択肢の持つ意味が大であるこ

表2 困難度パラメタとその推定の標準誤差

no.	項目名	どちらともいえない <sup>注1)</sup>			
		できない		できる	
6	大腿の水平線までの引き上げ	-0.855	(0.142) <sup>注2)</sup>	0.326 <sup>注3)</sup>	1.506 (0.168)
5	長いストライド	-0.960	(0.146)	-0.213	0.535 (0.132)
11	足の接地時間が短い	-1.072	(0.150)	-0.283	0.506 (0.131)
10	十分な足の蹴り	-1.233	(0.158)	-0.289	0.655 (0.134)
9	踵の臀部への引きつけ	-0.855	(0.142)	-0.317	0.222 (0.128)
8	キックの瞬間の脚の前傾	-1.460	(0.170)	-0.477	0.506 (0.131)
15	スタート時のある程度の歩幅	-0.755	(0.139)	-0.529	-0.303 (0.129)
14	重心の上下動が少ない	-1.320	(0.162)	-0.632	0.056 (0.127)
17	蛇行しない	-0.997	(0.147)	-0.708	-0.418 (0.131)
16	走行中の前傾姿勢	-1.365	(0.165)	-0.709	-0.053 (0.127)
2	腕のスウィングのスピード	-1.617	(0.181)	-0.739	0.139 (0.127)
7	踏切動作での膝などの伸展	-2.265	(0.241)	-1.200	-0.135 (0.128)
13	動作がリズムカル	-2.368	(0.254)	-1.562	-0.755 (0.139)
1	十分な腕のスウィング	-2.368	(0.254)	-1.578	-0.788 (0.140)
12	踵からの接地	-2.265	(0.241)	-1.708	-1.150 (0.154)
3	腕のひっかき動作がない	-2.368	(0.254)	-1.89	-1.412 (0.167)
4	脚の動作がスムーズ	-2.777	(0.320)	-1.964	-1.150 (0.154)

注1) 項目順は「どちらともいえない」の困難度による

注2) 数値は困難度パラメタ、( )内の数値は推定の標準誤差を示す

注3) 「どちらともいえない」の「できない」と「できる」との困難度の平均として求めるので推定の標準誤差はない

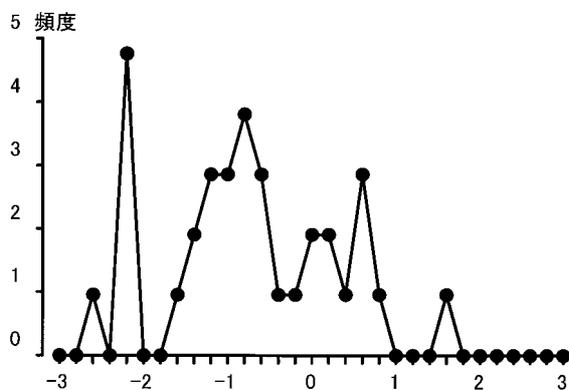


図5 困難度の分布

とを意味する。したがって、レンジが大である項目は判断がしにくいという解釈ができる。逆に、レンジが小であることは判断がしやすく、この選択肢をわざわざ設定しなくてもよいと考えることも可能である。レンジの大であった項目は「大腿の水平線までの引き上げ (2.361)」「踏切動作での膝などの伸展 (2.130)」「キックの瞬間の脚の前傾 (1.966)」「十分な足の蹴り (1.888)」で、逆に小であった項目は「スタート時のある程度の歩幅 (0.452)」「蛇行しない (0.579)」「腕のひっかき動作がない (0.956)」「踵の臀部への引きつけ (1.077)」であった。

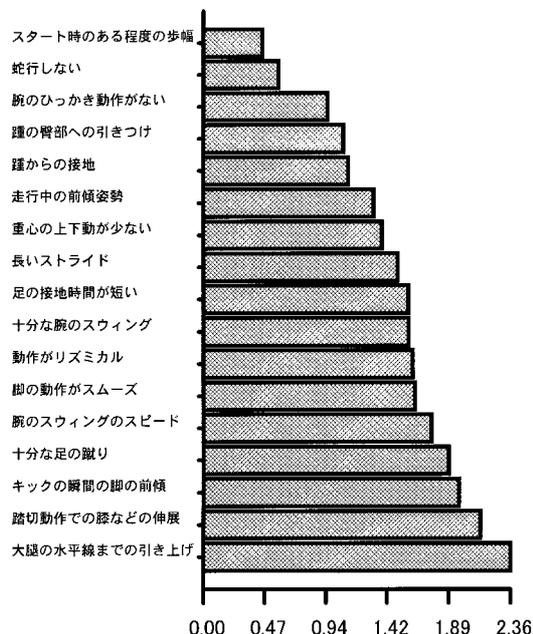


図6 困難度パラメタのレンジ

(3) 能力特性値

図7は求められた能力特性値の分布である。分布は高得点の方向に偏り(歪度 = -0.187)がみられ、困難度は逆にこの項目群に対しては今回の標本が優れていることを意味している。分布は頂点が2つある双峰性の形

状をしており、各々4歳児と5歳児の能力分布を合成したような形状をしていると考えることができる。また、推定された年齢間で有意な差 ( $t = 2.67$ ,  $df = 127$ ,  $P < 0.01$ ) がみられ、成熟とともに発達するであろう幼児の運動能力を測定しているといえる。ただし、男女差については有意な差はみられなかった ( $t = 0.93$ )。この点に関しては従来の研究結果と一致している<sup>13,21)</sup>。

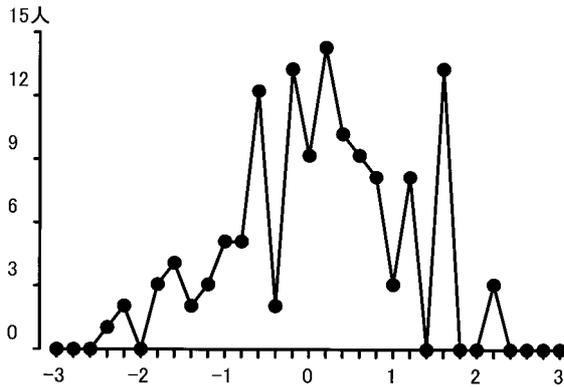


図7 能力特性値の分布

#### (4) 情報関数

図8はこのテストの情報関数を示したものである。情報関数は推定される能力特性値に対応した精度を示している。今回のテスト全体の情報関数の最大値はほぼ-1付近で4.737となった。この値は古典的テスト理論での信頼性係数<sup>5)</sup>では0.826に相当する<sup>29)</sup>。また、尺度作成上の最低基準である信頼性係数0.7<sup>28)</sup>に対する情報量は2.34であり、今回の情報関数でこの値以上の情報量を確保しているのはほぼ-3から+1の範囲であり、今回のテストとして適応可能な範囲はやや低い能力水準であるといえる。

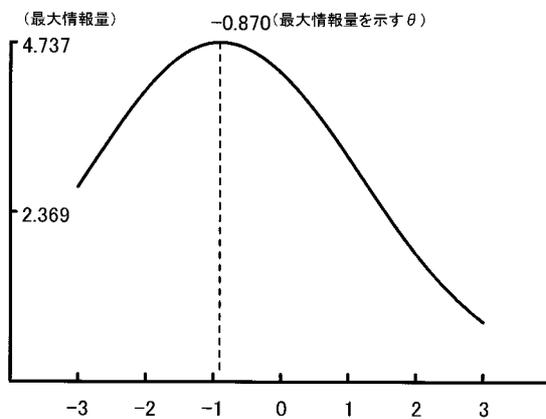


図8 全項目による情報関数

#### (5) 簡易推定法

能力特性値は、各パターンごとに非線形最適化法を用いてしか求められず、コンピュータの利用は避けられない。あらかじめ全ての評価パターンについて計算しておくことも考えられるが、組み合わせが $3^{17}$ もあるので一覧表にまとめておくことは不可能である。そこで、多少精度は落ちるが得点別の $\theta$ を求め、実際の評価をする上での実用性を高めた<sup>11)</sup>。表3はそのようにして、同一得点になるパターンに対して尤度が最大になる $\theta$ を求めた結果である。ただし、ここでの得点とは、「できる」を3点、「どちらともいえない」を2点、「できない」を1点として考え、それらの合計点である。

表3 全項目による得点別能力推定値

得点	得点	得点
24 - 2.40	33 - 1.04	42 0.10
25 - 2.24	34 - 0.82	43 0.21
26 - 1.98	35 - 0.78	44 0.37
27 - 1.78	36 - 0.67	45 0.53
28 - 1.72	37 - 0.62	46 0.70
29 - 1.46	38 - 0.40	47 1.04
30 - 1.42	39 - 0.27	48 1.34
31 - 1.30	40 - 0.17	49 1.57
32 - 1.13	41 - 0.02	50 2.07

#### (6) 能力水準別テストの作成

次に、項目パラメータが標本に依存しない不変性を持ち、項目の選択が自由に行えるという特性を利用して、一定の精度（信頼性係数 = 0.7）内で最少の項目数からなる各能力水準別のテストを作成する。このことから、対象となる標本からは明らかに「できる」あるいは「できない」ことが自明な項目への判断を省略化することができ、評価者の負担を軽減することが可能となる。

まず、低能力水準の幼児用のテストを検討する。特に、幼児期では優秀な能力を持つ者を選抜する必要性よりは、他の者よりも著しく劣る、発達遅滞児を発見することの方が教育上意義があると考えられている<sup>9,12,27)</sup>。発達遅滞の程度を判断するには精密な医学検査やスクリーニング検査が必要であるが、今回の低能力水準用のテストは、集団を対象に、発達遅滞児の可能性のある（疑いのある）者を精密検査に先立ち、あらかじめ選抜する場合、集団を対象に簡便に実施できるので有効であると考えられる。図9は目標情報関数を標本分布の低い水準に設置した場合の情報関数である。この場合は項目困難度の小さい9項目までで目標情報量を越えることができる。表4は先ほどと同様に、この項目群から作成された

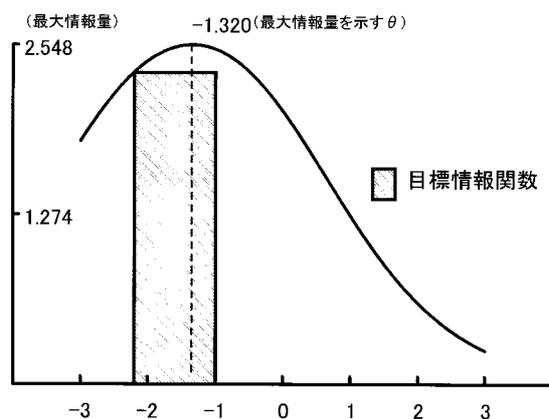


図9 低能力者用テストの情報関数

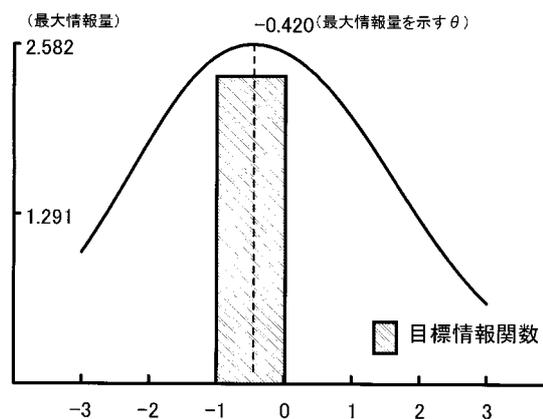


図10 中能力者用テストの情報関数

表4 低能力者用得点別能力特性値

項目	得点	能力特性値
脚の動作がスムーズ	15	- 2.47
腕のひっかき動作がない	16	- 2.06
踵からの接地	17	- 1.87
十分な腕のスウィング	18	- 1.61
動作がリズムカル	19	- 1.34
踏切動作での膝などの伸展	20	- 1.07
腕のスウィングのスピード	21	- 0.77
走行中の前傾姿勢	22	- 0.55
蛇行しない	23	- 0.16
	24	0.13
	25	0.60
	26	1.17

表5 中能力者用得点別能力特性値

項目	得点	能力特性値
蛇行しない	10	- 2.47
重心の上下動が少ない	11	- 2.24
スタート時のある程度の歩幅	12	- 1.91
キックの瞬間の脚の前傾	13	- 1.51
踵の臀部への引きつけ	14	- 1.25
十分な足の蹴り	15	- 0.99
足の接地時間が短い	16	- 0.77
長いストライド	17	- 0.57
大腿の水平線までの引き上げ	18	- 0.39
	19	- 0.15
	20	0.06
	21	0.20
	22	0.48
	23	0.78
	24	1.15
	25	1.54
	26	1.97

得点別能力特性値の換算表である。

図10は目標情報関数を中程度能力水準においた場合の情報関数を示している。この能力水準は先ほど求められた能力特性値ではほぼ5歳児の水準に相当する。この場合は困難度の高い9項目を用いることにより、目標情報量をクリアすることができる。表5はこの9項目の合計点と能力特性値との対応を示したものである。

しかしながら、困難度の高い項目群を用いても中能力水準の能力特性値に対応させるのが精一杯で、これ以上水準を高めることができず、高水準用のテストの作成は本研究で採用された項目では不可能であった。したがって、ここでは低・中能力水準用テストの提案にとどめ、高水準用のテストについては行わないことにする。

## まとめ

幼児の走動作のフォームを評価するテストを作成するために、幼稚園の園児129名を対象に25m走の測定を行い、その際の身体各部17項目の動作の可否を「できる」「どちらともいえない」「できない」という3段階で調査した。主因子解の固有値の変化から、このデータはお互いに同質性が高く、1次元の構造を持っていたので、さらに項目応答理論を適用して、困難度パラメタと能力特性値を求めた。これらの分析結果から以下のような知見を得た。

- 1) 無作為に2分割された標本から別々に求められた困難度パラメタの相関は高く、標本に依存しない項目パ

ラメタであった。また、無作為に2分割された項目群から別々に求められた の相関も高く、項目に依存しない能力特性値であった。

- 2) 求められた の年齢別の平均値には有意な差がみられ、求められた は成熟と共に向上する能力を測定していると考えることができた。
- 3) 17項目全てからなる評価法は、情報関数からみればかぎり、やや能力の低いレベルで最大となり、年長よりも年少で個人差を識別するのに適したものであった。さらに、それぞれの能力水準をのみを一定の信頼性のもとで測定でき、かつできるだけ少ない項目数で測定可能な項目の選択を目標情報量を用いて行った。結果、発育遅滞児の可能性のある者を精密検査に先立ち選抜するための簡便な集団テストとしての低水準用と、5歳児の測定を目的とした中水準用テストは項目の選択が可能であった。しかし、6歳児の測定を目標とした高水準用は目標情報量を適切に獲得することはできず、一定の精度を保持するテストにはできなかった。

注1) 例えば、中村<sup>22)</sup>では、発達パターンを判別する動作カテゴリーが発達パターン間で重複したり、判別ができない場合はキーとなるカテゴリーを1つ選び、その結果から便宜的に最終判断を行うようにしている。

注2) 本研究では、評価する課題を項目、その評価・選択肢をカテゴリー、数項目からなるテストバッテリーをテストと呼ぶことにする。

注3) パラメタの数に関してもモデルという表現を使う場合があるが、本研究では「段階応答モデル」に関してのみモデルという表現を使うことにする。

## 文 献

- 1) 青柳領 (1999) 幼児の跳動作の主観的評価法の検討 . 日本体育学会第49回大会号 : 424 .
- 2) Embretson, S. E. and Reise, S. P. (2000) Item Response Theory for Psychologists. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers : New Jersey, pp. 1-344.
- 3) Galahue, D. L. (1982) Understanding motor development in children, John Wiley & Sons, Inc. : New York, pp. 183-185.
- 4) Hambleton, R. K. and Swaminathan, H. (1985) Item Response Theory : Principles and Applications. Kluwer Nijhoff Publishing : Boston, pp. 1-310.
- 5) 池田央 (1973) テスト . 東京大学出版会 : 東京 , pp. 137-175.
- 6) 池田央 (1989) 統計ガイドブック . 新曜社 : 東京 , P. 101.
- 7) 池田央 (1994) 現代テスト理論 . 朝倉書店 : 東京 , pp. 1-170.
- 8) 金善応・松浦義行 (1988) 幼児及び児童における基礎運動技能の量的変化と質的变化に関する研究 - 走, 跳, 投運動を中心に - . 体育学研究 33 : 27-38.
- 9) 小嶋秀夫 (1988) 発達検査の必要性和その限界 . 前川喜平ほか編 発達検査と発達援助 別冊発達8 . ミネルヴァ書房 : 東京 , pp. 32-40.
- 10) 黒田充訳 (1972) 非線形最適化の技法 . 培風館 : 東京 , pp. 55-57. < Box, M. J., Davies, D. and Swann, W. H. (1969) Non-linear Optimization Techniques. Imperial Chemical Industries Limited: Edinburgh >
- 11) Lord, F. M. (1980) Applications of Item Response Theory to Practical Testing Problems. Lawrence Erlbaum Associated, Publishers : New Jersey. pp. 44-64.
- 12) 前川喜平 (1988) なぜ検査が必要か どのような検査法が必要か . 前川喜平ほか編 発達検査と発達援助 別冊発達8 . ミネルヴァ書房 : 東京 , pp. 10-21.
- 13) 松田岩男 (1961) 幼児の運動能力の発達に関する研究 . 東京教育大学体育学部紀要 1 : 38-53.
- 14) 松浦義行 (1975) 新体育学講座67 発達運動学 . 逍遙書院 : 東京 , pp. 141-142.
- 15) 松浦義行 (1982) 体力の発達 . 朝倉書店 : 東京 , pp. 45-67.
- 16) 松浦義行・宮丸凱史・金善応 (1991) 幼児・児童の走運動成就に対する調整力の関与の程度 . 体育科学 19 : 85-91.
- 17) 宮丸凱史 (1975a) 走る動作の発達 . 体育の科学 28 (5) : 14-25.
- 18) 宮丸凱史 (1975b) 幼児の基礎的運動技能における Motor pattern の発達 (1) 幼児の Running pattern の発達過程 . 東京女子体育大学紀要 10 : 14-25.
- 19) 宮丸凱史 (1983) 幼児の走技能 . 体育の科学 33 : 90-96.
- 20) 宮丸凱史・中村和彦 (2001) 基本的な走運動形態の獲得 . 宮丸凱史編 疾走能力の発達 . 杏林書院 : 東京 , pp. 31-86.
- 21) 中村栄太郎, 松浦義行 (1979) 4 ~ 8歳の幼児・児童の基礎運動能力の発達に関する研究 . 体育学研究 24 : 127-135.

- 22) 中村和彦 (2001) 観察的評価による幼児の走動作の発達 . 宮丸凱史編 疾走能力の発達 . 杏林書院 : 東京 , pp. 61-69.
- 23) Safrit, M. , Cohen, A. S. and Costa, M. G. ( 1989 ) Item Response Theory and the Measurement of Motor Behavior. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 60 : 325-335.
- 24) Samejima, F. ( 1969 ) Estimation of Latent Ability using A Response Pattern of Graded Scores. *Psychometrika Monograph* 17 : 1-100.
- 25) Samejima, F. ( 1997 ) Graded Response Theory. In : van der Linden, W. J. and Hambleton, R. K. ( Eds. ) *Handbook of Modern Item Response Theory*. Springer : New York, pp. 85-100.
- 25) 芝祐順 ( 1972 ) 項目分析 . 肥田野直編 *テスト* . 東京大学出版会 : 東京 , pp. 53-91.
- 26) 芝祐順 ( 1991 ) 項目反応理論 基礎と応用 . 東京大学出版会 : 東京 , pp. 1-217.
- 27) 高石昌弘・樋口満・小島武次 ( 1981 ) からだの発達 - 身体発達学へのアプローチ - . 大修館書店 : 東京 , pp. 239-282.
- 28) 徳永幹雄 ( 2002 ) 体育・スポーツにおける心理尺度開発の動向と展望 . *体育学研究* 47 : 479-484.
- 29) 豊田秀樹 ( 2002 ) 項目反応理論入門編 - テストと測定の科学 - . 朝倉書店 : 東京 , pp. 124-126.
- 30) Wickstrom, R. L. ( 1977 ) *Fundamental Motor Patterns*. Second Edition, Lea & Febiger : Philadelphia, pp. 37-57.